

upna LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

Soluciones a los problemas de direccionamiento

Área de Ingeniería Telemática
http://www.tlm.unavarra.es

Laboratorio de Programación de Redes
3º Ingeniería Técnica en Informática de Gestión

upna LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

Objetivo

- Ver diferentes soluciones al problema de la escasez de direcciones IP

Agotamiento de direcciones 1/47

upna LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

Contenido

- Introducción
- El problema
- Algunas soluciones
 - DHCP
 - NAT
 - IPv6

Agotamiento de direcciones 2/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

Contenido

- **Introducción**
- **El problema**
- **Algunas soluciones**
 - DHCP
 - NAT
 - IPv6

Agotamiento de direcciones 3/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

UDP: User Datagram Protocol

- RFC 768
- Protocolo de transporte simple, sin gran inteligencia
- Servicio "best effort"
- Datagramas
- Los datagramas UDP se pueden:
 - Perder
 - Llegar desordenados a la aplicación
- ¿Transferencia fiable sobre UDP?
 - Añadir fiabilidad en el nivel de aplicación
 - ¡Recuperación ante errores específica de cada aplicación!
- Sin conexión:
 - No hay handshaking entre emisor y receptor
 - Cada datagrama UDP es procesado de forma independiente a los demás
- Empleado frecuentemente para aplicaciones de streaming multimedia
 - Soportan pérdidas
 - Sensibles a la tasa de envío
- Otros usos de UDP:
 - DNS
 - SNMP

Agotamiento de direcciones 4/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Telemática

UDP: User Datagram Protocol

- ¿Por qué existe UDP?
 - Es simple: no hay que mantener estado
 - Un establecimiento de conexión añadiría retardo no deseado
 - Cabecera pequeña
 - No hay control de congestión: puede enviar tan rápido como desee
- Encapsulado en paquetes IP, protocolo 17
- Cuando un host recibe un datagrama UDP :
 - Comprueba el puerto destino en el mismo
 - Dirige el segmento a la aplicación esperando datos a ese puerto
- Diferentes IP origen o puertos origen van al mismo punto de acceso al servicio (SAP)

Agotamiento de direcciones 5/47

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIÓN Y REDES
Área de Ingeniería Informática

Cabecera UDP

Puerto origen

- Normalmente lo escoge el sistema operativo
- Suele ser un puerto efímero

Puerto destino

- Puerto del servidor
- *Well known* o se debe conocer por algún medio

Respuesta servidor→cliente

- Sentido contrario
- Puerto origen es el del servidor (*well known*)
- Puerto destino el efímero del cliente

Longitud

- Bytes del datagrama UDP

32 bits

puerto origen | puerto dest.
longitud | checksum

datos de la aplicación (mensaje)

Agotamiento de direcciones 6/47

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIÓN Y REDES
Área de Ingeniería Informática

TCP

- *Transmission Control Protocol*
- Nivel de transporte
- RFCs 793, 1122, 1323, 2018, 2581
- Orientado a conexión
- Flujo de datos:
 - Stream de bytes
 - Fiable
 - Ordenado
 - Full duplex
- Control de flujo
 - Evitar congestionar al receptor
- Control de congestión
 - Evitar congestionar la red

AS 1 AS 2 AS 3

Transporte UDP TCP
Red IP ICMP
Enlace ARP
Físico

Protocolo=6 Segmento TCP
Paquete IP

Agotamiento de direcciones 7/47

upna

LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIÓN Y REDES
Área de Ingeniería Informática

Demultiplexación con conexión

- Conexión identificada por 2 sockets
- Cada socket identificado por: Dirección IP y Puerto TCP
- Es decir, la conexión viene identificada por:
 - Dirección IP (1), Puerto TCP (1)
 - Dirección IP (2), Puerto TCP (2)
- El receptor emplea la cuaterna para demultiplexar
- Cada host soporta múltiples conexiones TCP simultáneas
- Con que uno de los 4 valores sea diferente la conexión ya es diferente
- Well-known ports, registrados, efímeros, igual que para UDP

32 bits

puerto origen | puerto dest.
otros campos de la cabecera

datos de la aplicación (mensaje)

AS 1 AS 2 AS 3

Agotamiento de direcciones 8/47

upna

Gestión de conexiones

LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Estableciendo una conexión:

- *Three way handshake*

Paso 1:

- El extremo **cliente** envía un segmento solicitando una conexión al servidor
- El segmento **no tiene datos**, solo cabecera
- **SYN**

```

sequenceDiagram
    participant cliente
    participant servidor
    cliente->>servidor: SYN
  
```

Agotamiento de direcciones 9/47

upna

Gestión de conexiones

LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Paso 2:

- El extremo **servidor** envía un segmento al cliente confirmando (acknowledgement) la recepción del SYN
- En el mismo segmento el servidor indica su deseo de establecer la conexión (SYN)
- El segmento **no tiene datos**, solo cabecera

```

sequenceDiagram
    participant cliente
    participant servidor
    cliente->>servidor: SYN
    servidor->>cliente: SYN, ACK
  
```

Agotamiento de direcciones 10/47

upna

Gestión de conexiones

LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Paso 3:

- El extremo **cliente** envía una confirmación al SYN del servidor
- El segmento **no tiene datos**, solo cabecera
- Conexión establecida

Transferencia de datos...

```

sequenceDiagram
    participant cliente
    participant servidor
    cliente->>servidor: SYN
    servidor->>cliente: SYN, ACK
    cliente->>servidor: ACK
    cliente->>servidor: conectado
    servidor->>cliente: conectado
  
```

Agotamiento de direcciones 11/47

upna

Gestión de conexiones

LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
Área de Ingeniería Informática

Cerrando una conexión

Paso 1:

- Un extremo envía un segmento solicitando el cierre de la conexión
- El segmento **no tiene datos**, solo cabecera
- **FIN**

Agotamiento de direcciones 12/47

upna

Gestión de conexiones

LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
Área de Ingeniería Informática

Paso 2:

- El otro extremo confirma (ACK) la recepción del FIN
- El extremo que ha enviado el FIN ya no puede enviar más datos nuevos
- **Cierre solo de un sentido** de la comunicación

Agotamiento de direcciones 13/47

upna

Gestión de conexiones

LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
Área de Ingeniería Informática

Paso 3:

- El otro extremo envía un segmento solicitando el cierre de la conexión
- El segmento no tiene datos, solo cabecera

Agotamiento de direcciones 14/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería Telemática

Gestión de conexiones

Paso 4:

- Confirmación de ese segundo FIN
- Por si ese último ACK se pierde, el que lo envió espera un tiempo (podría tener que volverlo a enviar)
- Conexión cerrada

time wait
cerrada

Agotamiento de direcciones 16/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería Telemática

Diagrama de estados

Open activo, snd SYN
Open pasivo
ESTABLISHED
CLOSED
LISTEN
SYN RCVD
SYN SENT
SYN RCVD
CLOSE
WAIT
CLOSING
LASTACK
TIMEWAIT

Agotamiento de direcciones 16/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería Telemática

Diagrama de estados

Open activo, snd SYN
Open pasivo
ESTABLISHED
CLOSED
LISTEN
SYN RCVD
SYN SENT
SYN RCVD
CLOSE
WAIT
CLOSING
LASTACK
TIMEWAIT

Agotamiento de direcciones 17/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería Telemática

Contenido

- Introducción
- El problema
- Algunas soluciones
 - DHCP
 - NAT
 - IPv6

Agotamiento de direcciones 21/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería Telemática

Contenido

- Introducción
- **El problema**
- Algunas soluciones
 - DHCP
 - NAT
 - IPv6

Agotamiento de direcciones 22/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE OPERACIONES Y REDES
Área de Ingeniería Telemática

Problemas de IPv4

- Escasez de direcciones
- Complejidad innecesaria en los routers

Agotamiento de direcciones 23/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

¿Dónde se desperdician direcciones?

- Redes con clases:
 - Clase A: Más de 16M de direcciones
 - Clase B: 64K direcciones
- PCs que se usen esporádicamente

Agotamiento de direcciones 24/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Contenido

- Introducción
- El problema
- **Algunas soluciones**
 - DHCP
 - NAT
 - IPv6

Agotamiento de direcciones 25/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

DHCP

- Dynamic Host Configuration Protocol
- RFC 2131
- Basado en BOOTP
- Permite a un host obtener configuración IP de forma automática
 - Dirección IP
 - Máscara de red
 - Router por defecto
 - Servidor de DNS
- El host solicita la configuración a un servidor de DHCP
- Emplea UDP

Mecanismos de asignación de dirección IP:

- Automatic allocation
 - Asigna una IP permanente
- Dynamic allocation
 - Asigna por un periodo de tiempo limitado (lease)
 - O hasta que el host la lebera
- Manual allocation
 - IP fijada por el administrador

Agotamiento de direcciones 26/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

DHCP: Funcionamiento (I)

- El cliente es el nuevo host conectado a la red
- Necesita configuración de red
- Para ello preguntará a un servidor de DHCP
- Normalmente habrá un servidor en cada subred
- Si no hay servidor en una subred se puede configurar un *relay*
 - Conoce la dirección del servidor
 - Ve las peticiones del cliente y las reenvía
 - Es normalmente un router



Agotamiento de direcciones

27/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

DHCP: Funcionamiento (II)

DHCP Server Discovery

- Envía un datagrama UDP al puerto 67
- No conoce la dirección IP del servidor: lo dirige a la IP de **Broadcast** (255.255.255.255)
- No tiene dirección IP: emplea como origen la dirección IP "este host" (0.0.0.0) (...)

DHCP Server Offer

- El cliente puede recibir respuesta de uno o varios servidores (...)
- El servidor ofrece una dirección al cliente
- Ofrece también una duración durante la cual le cede la dirección
- Si hay varios ofrecimientos el cliente puede elegir



Agotamiento de direcciones

28/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

DHCP: Funcionamiento (y III)

DHCP Request

- El cliente ha escogido una oferta y hace la solicitud al servidor correspondiente (...)

DHCP ACK

- El servidor confirma la asignación al cliente (...)



Agotamiento de direcciones

29/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Contenido

- Introducción
- El problema
- **Algunas soluciones**
 - DHCP
 - **NAT**
 - IPv6

Agotamiento de direcciones 30/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

NAT

- Network Address Translation
- Otra propuesta de solución al problema del agotamiento del espacio de direcciones
- Permite que una red que emplee **direccionamiento privado** se conecte a Internet
- El router que conecta la red a Internet:
 - Cambia la dirección IP privada por una dirección pública al reenviar un paquete hacia el exterior
 - Cambia la dirección IP pública por la correspondiente privada al reenviar un paquete hacia el interior

Agotamiento de direcciones 31/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

NAT

- El cambio puede ser:
 - **Estático:** una IP interna siempre se cambia por la misma IP pública
 - **Dinámico:** existe un pool de IPs públicas y se establece una relación entre las IPs internas y las de ese pool
- No se necesita reconfigurar los hosts de la red
- Si no todos los hosts de la red desean cursar tráfico con Internet "simultáneamente" no hacen falta tantas direcciones como hosts.

Agotamiento de direcciones 32/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES
Área de Ingeniería Telemática

Contenido

- Introducción
- El problema
- **Algunas soluciones**
 - DHCP
 - NAT
 - **IPv6**

Agotamiento de direcciones 39/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES
Área de Ingeniería Telemática

IPv6

- **Motivación inicial:**
 - El espacio de direcciones de 32bits se estaba agotando
- **Motivación adicional:**
 - Formato de la cabecera que ayude en el procesamiento acelerándolo
 - Que la cabecera no sea de tamaño variable
 - Eliminar el checksum
 - Eliminar la posibilidad de fragmentación en los routers
 - Cambios en la cabecera que faciliten ofrecer QoS

Agotamiento de direcciones 40/47

upna
LABORATORIO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES
Área de Ingeniería Telemática

Cambios con IPv6

- Direcciones de 128bits
- Introduce un nuevo tipo de direcciones: **anycast**
- Cabecera de **tamaño fijo** (40 Bytes)
- Para QoS: posibilidad de etiquetar paquetes como pertenecientes a un "flujo"
- No hay fragmentación y reensamblado
- No hay checksum de la cabecera
- Las opciones aparecen como otro protocolo sobre IP
- Seguridad
- ICMPv6

Agotamiento de direcciones 41/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Direcciones

- 16 bytes
- Notación:
 - Pares de bytes en hexadecimal
 - Separados por ":"
 - Simplificar 0s a la izquierda
 - Bloques de pares de bytes de 0s
 - Notación CIDR
 - Notación mezclada
- Unicast
- Multicast
- Anycast
 - Conjunto de interfaces
 - Se entrega el paquete a uno de ellos

Agotamiento de direcciones 42/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Cabecera IPv6

Versión = 6
 Priority
 Flow label: 20bits
 Next header = *protocol* en IPv4
 Hop limit: Como TTL

40 Bytes

Agotamiento de direcciones 43/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Cabecera IPv6

40 Bytes

Agotamiento de direcciones 44/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Opciones

Extension Headers

- Source Routing
- Fragmentación
- Autenticación
- Encrypted Payload
- Etc.

Security

Ver	Pri	Flow label	
Payload length		Next header	Hop limit
Source address			
Destination address			
Next header	Header length		
Next header	Header length		
Payload			

Agotamiento de direcciones 45/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Transición de IPv4 a IPv6

- Es complejo cambiar los protocolos del nivel de red
- Alternativas:
 - Flag day
 - Con cientos de millones de máquinas??
 - Dual-Stack
 - Nodos IPv4/IPv6
 - Problema: Pérdida de campos
 - Tunneling
 - Header translation

Aplicación

TCP o UDP

IGMP, ICMP IPv4 ARP	ICMPv6 IPv6
---------------------------	----------------

LAN o WAN

Dual stack IPv6 IPv6 IPv4 IPv4 IPv6 IPv6

Tunneling IPv6 IPv6 IPv4 IPv4 IPv6 IPv6

Agotamiento de direcciones 46/47

upna
LABORATORIO DE REDES
Área de Ingeniería Informática

Resumen

- Escases de direcciones:
 - Mal reparto
 - Uso esporádico
- Asignación dinámica a host: DHCP
- Traslación de direcciones en router: NAT
- Aumentar el espacio de direcciones: IPv6

Agotamiento de direcciones 47/47
